



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2017/18**

---

*Buque PSV. Buque de suministro a plataformas de 5000  
TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval Oceánica**

**CUADERNO 2**

**Cálculo de pesos y centros de gravedad del peso en rosca y de sus  
partidas correspondientes**

**Sandra Allegue García**

**PROYECTO 18-02**

**GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**  
**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

*CURSO 2.017-2018*

**PROYECTO NÚMERO 18-02**

**TIPO DE BUQUE:** Buque PSV (Platform Vessel Supply). Buque de suministro a plataformas.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV GL, SOLAS, MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Carga líquida y seca a granel para suministro a plataformas, 5000 TPM.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 13 nudos en condiciones de servicio al 85% de MCR y 15% de margen de mar. 6000 millas a la velocidad de servicio

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Bombas para la carga y descarga de la carga líquida. Dos grúas.

**PROPULSIÓN:** Propulsión diésel-eléctrica. LNG para estancias en puerto

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 35 personas.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Sistema de posicionamiento dinámico con redundancia DP 3. FIFI

Ferrol, 2 Noviembre 2017

**ALUMNO/A: D<sup>a</sup> Sandra Allegue García**

# ÍNDICE

---

1	Presentación .....	5
2	Cálculo del peso de aceros.....	7
2.1	Peso de aceros.....	7
2.2	Centros de gravedad del acero .....	8
3	Cálculo del peso de habilitación y equipos .....	9
3.1	Peso de habilitación .....	9
3.2	Centro de gravedad de la habilitación .....	10
3.3	Peso de tuberías y bombas.....	11
3.4	Centro de gravedad de las tuberías y las bombas .....	11
3.5	Peso de la protección anticorrosiva.....	11
3.6	Centro de gravedad de la protección anticorrosiva .....	11
3.7	Peso del equipo de fondeo y amarre .....	12
3.8	Centro de gravedad del equipo de fondeo y amarre .....	12
3.9	Peso del equipo de navegación.....	12
3.10	Centro de gravedad del equipo de navegación .....	12
3.11	Peso de equipos de salvamento y contraincendios.....	12
3.12	Centro de gravedad de equipos de salvamento y contraincendios.....	13
3.13	Peso del equipo de carga y manipulación de la carga .....	13
3.14	Centro de gravedad del equipo de carga y de manipulación de la carga .....	13
3.15	Bombas de carga y descarga .....	14
3.16	Centro de gravedad de las bombas de carga y descarga .....	14
4	Peso de la maquinaria.....	15
4.1	Peso del grupo generador principal .....	15
4.2	Centro de gravedad del grupo generador principal .....	16
4.3	Peso del generador de puerto .....	16
4.4	Centro de gravedad del generador de puerto .....	17
4.5	Peso del reductor .....	17
4.6	Centro de gravedad del reductor .....	17
4.7	Peso del equipo propulsor de popa .....	18
4.8	Centro de gravedad del equipo propulsor popa .....	18
4.9	Peso del equipo propulsor de proa.....	19
4.10	Centro de gravedad de los propulsores de proa.....	20
4.11	Peso de la instalación eléctrica.....	20
4.12	Centro de gravedad de la instalación eléctrica .....	20
4.13	Peso de tecles en la cámara de máquinas.....	20

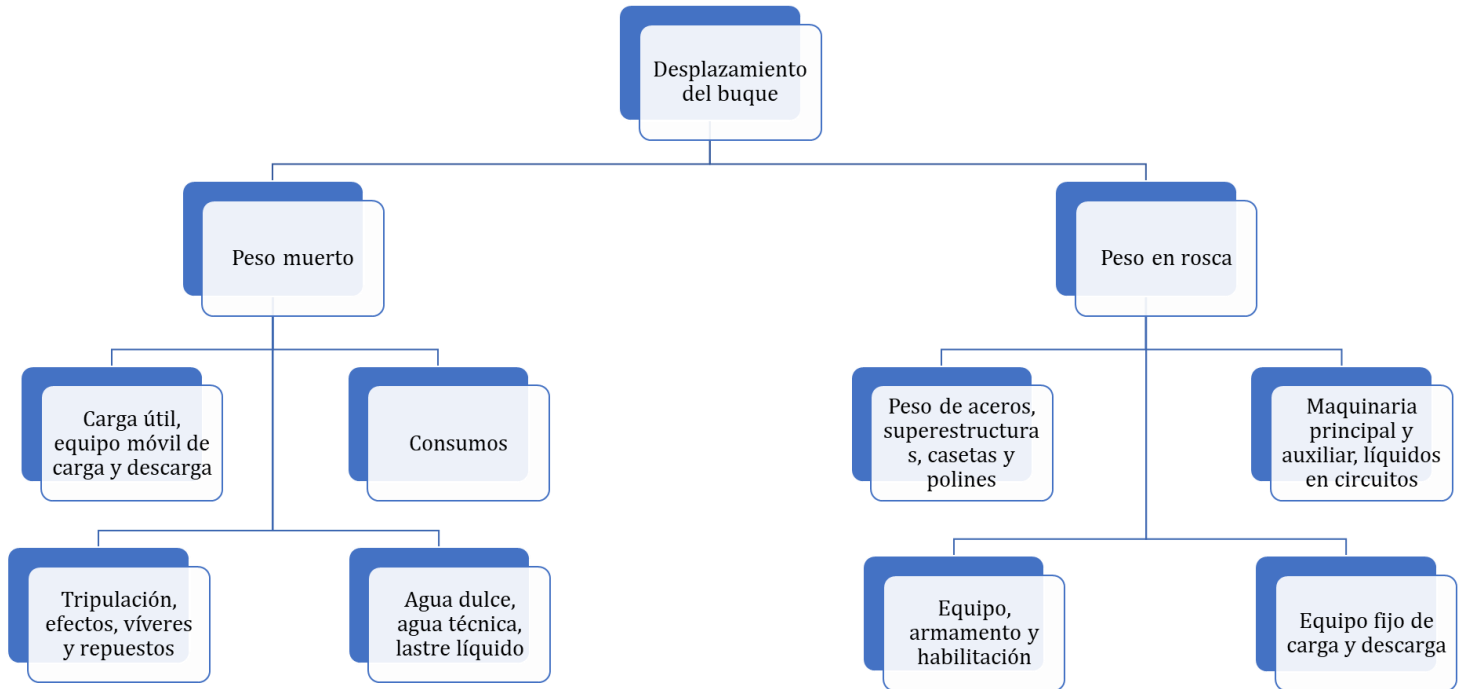
4.14	Centro de gravedad de los tecles de la cámara de máquinas .....	20
4.15	Peso de la instalación de contraincendios en la cámara de máquinas.....	21
4.16	Centro de gravedad de la instalación de contraincendios en la cámara de máquinas .....	21
4.17	Tuberías y bombas en cámara de máquinas .....	21
4.18	Centro de gravedad en tuberías y bombas en cámara de máquinas .....	21
4.19	Tanque varios (no estructurales) en cámara de máquinas.....	21
4.20	Centro de gravedad de tanques varios (no estructurales) en cámara de máquinas .....	21
5	Justificación del centro de gravedad sobre el plano de disposición general .....	22
6	Peso en rosca. Márgenes y comprobación peso muerto.....	23

**ANEXO: CATÁLOGOS**

## 1 PRESENTACIÓN

En este cuaderno se pretende determinar el peso en rosca del buque, así como el centro de gravedad del mismo.

Para este Cuaderno se utilizará como guía el siguiente esquema, en el cual se desglosan todas las partidas correspondientes al desplazamiento del buque:



A través de este esquema se subdividirán las partidas del peso en rosca para así obtener resultados mucho más realistas que calculando el peso en rosca mediante una única fórmula.

Para hacer el cálculo del peso en rosca, se desglosará en tres partidas diferentes:

- Peso de aceros
- Peso del equipo metálico y la habilitación
- Peso de la maquinaria

Las dimensiones principales del buque son las siguientes:

$L_{pp} = 78,58 \text{ m}$
$Loa = 85,78 \text{ m}$
$B = 19,13 \text{ m}$
$T = 6,578 \text{ m}$
$D = 8,261 \text{ m}$
$BHP = 1984,7 \text{ kW}$
$\Delta = 7.742 \text{ t}$
$F_n = 0,241$
$C_b = 0,764$
$C_m = 0,989$
$C_p = 0,772$
$C_f = 0,925$
$Acubierta = 0,7 \cdot L_{pp} \cdot 0,9 \cdot B = 947 \text{ m}^2$

## 2 CÁLCULO DEL PESO DE ACEROS

### 2.1 PESO DE ACEROS

Para calcular el peso de aceros se usará la fórmula del método de Watson, en la cual el peso de aceros viene dado por la siguiente expresión:

$$W_{st} = K \cdot E^{1,36} \cdot (0,65 + 0,5 \cdot C_{bp})$$

Donde:

W<sub>st</sub>: peso de aceros

K: coeficiente de peso estructural, tabulado para cada tipo de buque. En este caso el valor correspondiente para un buque de suministro se encuentra entre:

$$0,041 < K < 0,051$$

Se utilizará el valor medio de K que es 0,046.

E: número de equipo dado por una expresión del Lloyd's, cuya expresión es:

$$E = L_{pp} \cdot (B + T) + 0,85 \cdot L_{pp} \cdot (D - T) + 0,85 \cdot \sum (l_s \cdot h_s) + 0,75 \cdot \sum (l_c \cdot h_c)$$

Donde:

l<sub>s</sub>: longitud de las superestructuras que se encuentran por encima de la cubierta a la que se mide el puntal.

h<sub>s</sub>: altura de las superestructuras que se encuentran por encima de la cubierta a la que se mide el puntal

El buque solo tiene un castillo como superestructura:

$$\sum (26,06 \cdot 2,5) = 65,15 \text{ m}^2$$

l<sub>c</sub>: longitud de las casetas que se encuentran por encima de la cubierta a la que se mide el puntal

h<sub>c</sub>: altura de las casetas que se encuentran por encima de la cubierta a la que se mide el puntal

El buque posee seis casetas, entre las que se incluye el puente:

$$\sum (26,06 \cdot 2,5 + 17,07 \cdot 3 + 13,01 \cdot 1,5 + 12,02 \cdot 3,5 + 12,02 \cdot 1) = 189,965 \text{ m}^2$$

Por lo que, el número de equipo será:

$$E = 78,58 \cdot (19,13 + 6,578) + 0,85 \cdot 78,58 \cdot (8,261 - 6,578) + 0,85 \cdot \sum 65,15 + 0,75 \cdot \sum 189,965 \rightarrow E = 2330,4$$

C<sub>bp</sub>: coeficiente de bloque al 80% del puntal, puede calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{bp} = C_b + (1 - C_b) \cdot \left( \frac{0,8 \cdot D - T}{3 \cdot T} \right)$$

$$C_{bp} = 0,764 + (1 - 0,764) \cdot \left( \frac{0,8 \cdot 8,261 - 6,578}{3 \cdot 6,578} \right) \rightarrow C_{bp} = 0,7643$$

Por lo tanto, el peso de aceros será:

$$W_{st} = 0,046 \cdot 2330,4^{1,36} \cdot (0,65 + 0,5 \cdot 0,7643) \rightarrow W_{st} = 1803,45 t$$

## 2.2 CENTROS DE GRAVEDAD DEL ACERO

El cálculo del centro de gravedad vertical se realizará mediante la siguiente expresión:

$$KG_{acero} = 0,01 \cdot D \cdot \left( 46,6 + 0,135 \cdot (0,81 - Cb) \cdot \frac{L_{pp}^2}{D^2} \right) + \left( \frac{L_{pp}}{B} - 6,5 \right) \cdot 0,008 \cdot D$$

$$KG_{acero} = 0,01 \cdot 8,261 \cdot \left( 46,6 + 0,135 \cdot (0,81 - 0,764) \cdot \frac{78,58^2}{8,261^2} \right) + \left( \frac{78,58}{19,13} - 6,5 \right) \cdot 0,008 \cdot 8,261$$

$$KG_{acero} = 3,738 m$$

Hay que añadir las siguientes correcciones ya que el buque consta de bulbo y su eslora es menor de 120 m, por lo que las correcciones son, respectivamente:

$$KG_{acero} = 3,738 - 0,002 \cdot D + 0,001 \cdot D \cdot \left( 2 - \frac{L_{pp}}{60} \right)$$

$$KG_{acero} = 3,738 - 0,002 \cdot 8,261 + 0,001 \cdot 8,261 \cdot \left( 2 - \frac{78,58}{60} \right)$$

$$KG_{acero} = 3,727 m$$

Como esta fórmula da un resultado bajo se utilizará la fórmula de Taggart:

$$KG_{acero} = (0,725 - 0,0007218 \cdot L_{pp}) \cdot D$$

$$KG_{acero} = (0,725 - 0,0007218 \cdot 78,58) \cdot 8,261 \rightarrow KG_{acero} = 5,52 m$$

Esta última fórmula da un valor más razonable por lo que se usará este valor.

El cálculo del centro de gravedad longitudinal se supondrá que está en la mitad del buque (medido desde la perpendicular de popa):

$$XG_{acero} = 39,29 m$$



### 3 CÁLCULO DEL PESO DE HABILITACIÓN Y EQUIPOS

#### 3.1 PESO DE HABILITACIÓN

Para realizar el cálculo de la habitación se usará como referencia la del buque base, ya que esta no cambiará demasiado debido a que tienen dimensiones similares y el número de camarotes se adecua a la cantidad de personas que irán a bordo.

Por lo tanto, el buque proyecto constará de:

- 13 camarotes dobles
- 9 camarotes individuales

El buque base consta de 21 camarotes en total, alguno de los camarotes individuales se puede convertir en doble, para poder alojar a todas las a personas a bordo, ya que cumple con los criterios para ello

Ahora se hará un desglose de cada cubierta:

Cubierta principal: 1 hospital, 1 gimnasio, 1 vestuario, local de aire acondicionado y 1 lavandería.

Cubierta A: 2 salas de estar, 1 comedor, 1 cocina y gambuzas.

Cubierta B: 13 camarotes dobles con aseo.

Cubierta C: 6 camarotes individuales con aseo, 3 apartamentos (dormitorio+despacho+aseo) y 1 sala de reuniones.

Se procederá a calcular la superficie tanto horizontal como vertical de la habitación de cada cubierta:

Cubiertas	Superficie horizontal, Sh (m <sup>2</sup> )	Superficie vertical, Sv (m <sup>2</sup> )
Cubierta principal	197	251
Cubierta A	225	278
Cubierta B	261	625
Cubierta C	212	346
<b>TOTAL</b>	<b>890</b>	<b>1500</b>

Esta es la superficie total, por lo que para hallar la superficie del suelo o del techo se dividirá entre dos y para calcular la de una pared se dividirá entre cuatro.

Para el cálculo de los pesos de habitación se usarán los valores indicados en el libro de Proyectos del Buque:

SUPERFICIE HORIZONTAL	
Subpavimento (P <sub>SP</sub> )	28 kg/m <sup>2</sup>
Aislamiento acústico (P <sub>AA</sub> )	16 kg/m <sup>2</sup>
Pavimento PVC (P <sub>PVC</sub> ) - ≈ 80% habitación	4 kg/m <sup>2</sup>
Moqueta (P <sub>MQ</sub> ) - ≈ 20% habitación	9 kg/m <sup>2</sup>
Techos (P <sub>T</sub> )	17 kg/m <sup>2</sup>

SUPERFICIE VERTICAL	
Mamparos ( $P_{MD}$ )	26 kg/m <sup>2</sup>
Aislamiento ( $P_{AC}$ )	8 kg/m <sup>2</sup>

PESO DE LAS UNIDADES (unidad)	
Apartamento ( $P_{MA}$ )	0,797 t
Cabina sencilla ( $P_{C1}$ )	0,360 t
Cabina doble ( $P_{C2}$ )	0,41 t
Aseo ( $P_A$ )	0,5 t

Por lo que el peso total será:

Cubiertas	Peso (t)
Cubierta principal	13,31
Cubierta A	16,03
Cubierta B	11,83
Cubierta C	10,04
<b>TOTAL</b>	<b>51,21</b>

Además, se incluirán otros pesos de habilitación (ventanas, mobiliario de cocina, mobiliario fuera de cabinas, etc.) mediante la siguiente fórmula:

$$P_o = \frac{10,5 \cdot Sh + 400 \cdot Nr + 200 \cdot (Na + Nc1 + Nc2)}{1000}$$

Siendo:

$N_r$ : número de otros espacios

$N_a$ : número de apartamentos

$N_{c1}$ : número de cabinas sencillas

$N_{c2}$ : número de cabinas dobles

$$P_o = \frac{10,5 \cdot 832 + 400 \cdot 11 + 200 \cdot (3 + 6 + 13)}{1000} \rightarrow P_o = 17,54$$

También se incluirá el peso del aire acondicionado, mediante la expresión:

$$PAA = 0,020 \cdot Sh = 0,020 \cdot 832 \rightarrow PAA = 16,64 t$$

### 3.2 CENTRO DE GRAVEDAD DE LA HABILITACIÓN

Los centros de gravedad se situarán en los puntos medios según el plano de disposición general, siendo los centros de gravedad finales:

Cubiertas	Pesos (t)	XG desde Ppp (m)	KG (m)
Cubierta principal	13,31	69,32	11,51
Cubierta A	16,03	69,32	13,51
Cubierta B	11,83	69,82	16,52
Cubierta C	10,04	68,57	18,52
Aire acondicionado	16,64	61,31	16,52
Otros	17,54	58,06	15,10
<b>TOTAL</b>	<b>85,39</b>	<b>65,43</b>	<b>15,12</b>

### 3.3 PESO DE TUBERÍAS Y BOMBAS

Se usará la fórmula indicada en el libro de Proyectos del Buque:

$$PTBC = 0,0047 \cdot L_{pp} \cdot \sqrt{L_{pp} \cdot B} = 0,0047 \cdot 78,58 \cdot \sqrt{78,58 \cdot 19,13} \rightarrow PTBC = 14,32 t$$

### 3.4 CENTRO DE GRAVEDAD DE LAS TUBERÍAS Y LAS BOMBAS

La posición del centro de gravedad se calculará de la siguiente manera:

$$XG = 7,8\% \text{ a proa de la cuaderna maestra} \rightarrow XG = 42,35 m$$

$$KG = 79\% \text{ del puntal} \rightarrow KG = 6,53 m$$

### 3.5 PESO DE LA PROTECCIÓN ANTICORROSIVA

El peso de la pintura será, para buque menores de 2000 t de peso de aceros:

$$Pi = 0,008 \cdot PS = 0,008 \cdot 1803,45 \rightarrow Pi = 14,43 t$$

El peso de la protección catódica del casco, mediante ánodos de sacrificio, será:

$$Pcc = 0,0004 \cdot S_m \cdot a \cdot y$$

Donde:

$S_m$ : superficie mojada del buque

$a$ : factor que depende del tipo de ánodo utilizado

$y$ : número de años de protección

Para el cálculo de la superficie mojada se utilizará la expresión de Denny:

$$S_m = L_{pp} \cdot T \cdot \left(1,7 + \frac{Cb}{T}\right) = 78,58 \cdot 6,578 \cdot \left(1,7 + \frac{0,764}{6,578}\right) \rightarrow S_m = 938,76 m^2$$

Como no se sabe el tipo de ánodos ni el número de años se usarán los generales:

$a = 1$ , que corresponde al zinc

$y = 2$  años de protección

$$Pcc = 0,0008 \cdot S_m = 0,0008 \cdot 938,76 \rightarrow Pcc = 0,75 t$$

### 3.6 CENTRO DE GRAVEDAD DE LA PROTECCIÓN ANTICORROSIVA

Los centros de gravedad de la pintura se situarán en el punto medio de la eslora y del puntal:

$$XG = 39,29 m$$

$$KG = 4,13 m$$

### 3.7 PESO DEL EQUIPO DE FONDEO Y AMARRE

Primero se calculará el Número de Equipo, ya que a través de este se puede obtener el peso del equipo correspondiente:

$$NE = \Delta^{2/3} + 2 \cdot B \cdot h + \frac{Ap}{10}$$

Siendo:

$\Delta$ : desplazamiento al calado máximo, en t

B: Manga, en m

h: altura total, incluidas las casetas con manga mayor de B/4, desde el calado de verano hasta la cubierta más alta en m

Ap: área lateral del buque (en perfil) por encima de la línea de francobordo de verano, en m<sup>2</sup>

$$NE = 7.742^{2/3} + 2 \cdot 19,13 \cdot 10,01 + \frac{202,93}{10} \rightarrow NE = 794,63 \cong 795$$

Entrando en la gráfica correspondiente obtenemos un peso del equipo que es:

$$PFA = 47 t$$

### 3.8 CENTRO DE GRAVEDAD DEL EQUIPO DE FONDEO Y AMARRE

El centro de gravedad se situará en la cubierta B, ya que es aquí donde se encuentran estos equipos:

$$XG = 76,58 m$$

$$KG = 8,26 m$$

### 3.9 PESO DEL EQUIPO DE NAVEGACIÓN

Como el peso de estos equipos suele ser bastante reducido, se toma como peso de navegación:

$$PN = 2 t$$

### 3.10 CENTRO DE GRAVEDAD DEL EQUIPO DE NAVEGACIÓN

El centro de gravedad vertical se situará en el puente y el centro de gravedad longitudinal se situará en la mitad del puente:

$$XG = 67,82 m$$

$$KG = 20,02 m$$

### 3.11 PESO DE EQUIPOS DE SALVAMENTO Y CONTRAINCENDIOS

El peso del equipo de salvamento será:

$$PL = 9,5 + (n - 35) \cdot 0,1$$

Siendo:

n: el número de personas a bordo o 35, el que sea mayor.

Como en el buque proyecto hay 35 personas a bordo ya se usa este número, siendo por lo tanto el peso de equipos de salvamento:

$$PL = 9,5 + (35 - 35) \cdot 0,1 \rightarrow PL = 9,5 t$$

El peso del equipo contraincendios se compararán dos expresiones, obteniendo el peso del equipo mediante la expresión de la que se obtenga el mayor resultado:

$$PI = 0,0025 \cdot VE + 1$$

$$PI = 0,0025 \cdot VBM$$

Siendo:

VE: el volumen de la cámara de máquinas en m<sup>3</sup>

VBM: el volumen de la mayor bodega en m<sup>3</sup>

Ya que no se conoce el volumen de las bodegas, se utilizará para calcular el peso la expresión mediante el volumen de la cámara de máquinas.

Como todavía no se sabe el volumen de la cámara de máquinas se calculará mediante la expresión:

$$VE = 0,5 \cdot LM \cdot B \cdot D$$

Siendo:

LM: eslora de la cámara de máquinas

Por lo que:

$$PI = 0,0025 \cdot 0,5 \cdot 22,52 \cdot 19,13 \cdot 8,261 + 1 \rightarrow PI = 5,45 t$$

### **3.12 CENTRO DE GRAVEDAD DE EQUIPOS DE SALVAMENTO Y CONTRAINCENDIOS**

Los equipos de salvamento se situarán en un pañol encima de la cámara de máquinas:

$$XG = 56,06 m$$

$$KG = 6,01$$

Los equipos contraincendios se situarán en el centro de gravedad de la habitación:

$$XG = 48,37 m$$

$$KG = 7,56 m$$

### **3.13 PESO DEL EQUIPO DE CARGA Y MANIPULACIÓN DE LA CARGA**

El buque tiene 2 grúas, las cuales tienen un alcance de 10 m y una carga máxima de trabajo de 5 t cada una. El peso de cada grúa será de 18,5 toneladas.

$$P_{grúas} = 37 t$$

### **3.14 CENTRO DE GRAVEDAD DEL EQUIPO DE CARGA Y DE MANIPULACIÓN DE LA CARGA**

Las grúas se situarán en la cubierta principal, a popa del castillo:

$$XG = 55,06 m$$

$$KG = 11,01 m$$

### 3.15 BOMBAS DE CARGA Y DESCARGA

Se toma como referencia el buque base:

- 2 bombas para la descarga de agua de perforación de 250 m<sup>3</sup>/hora a 9 bar
- 2 bombas para la descarga de lodo líquido de 100 m<sup>3</sup>/hora a 9 bar
- 2 bombas para la descarga de salmuera de 100 m<sup>3</sup>/hora a 9 bar
- 2 bombas para la descarga de base oil de 250 m<sup>3</sup>/hora a 9 bar
- 2 bombas para la descarga de fuel de 250 m<sup>3</sup>/hora a 9 bar
- 2 bombas para la descarga de productos especiales de 75 m<sup>3</sup>/hora a 9 bar
- 2 bombas para la descarga de metanol de 75 m<sup>3</sup>/hora a 10 bar
- 1 bombas para la descarga de aguas negras de 20 m<sup>3</sup>/hora a 10 bar

Para estimar este peso se usa la formulación para las bombas eléctricas de pozo profundo (incluye el peso del motor eléctrico y polín):

$$PBE = 1,7 + 0,00464 \cdot CC$$

Donde:

CC: capacidad en m<sup>3</sup>/hora

$$PBE = 18,80 t$$

### 3.16 CENTRO DE GRAVEDAD DE LAS BOMBAS DE CARGA Y DESCARGA

Su centro de gravedad se situará en el centro geométrico de la cámara de bombas:

$$XG = 42,54 m$$

$$KG = 1,50 m$$

## 4 PESO DE LA MAQUINARIA

### 4.1 PESO DEL GRUPO GENERADOR PRINCIPAL

Para hacer el cálculo del peso del motor principal se tienen que elegir los motores generadores dual fuel. El buque tendrá tres generadores principales, los cuales han de cumplir:

$$DFG1 + DFG2 + DFG3 = HP + \text{Consumos eléctricos}$$

Donde:

DFG: dual fuel generadores, los tres idénticos

HP: potencia de la maquinaria propulsor antes de aplicar márgenes de mar y de régimen de servicio

Los consumos eléctricos se estimarán como 5000 kW.

Por lo tanto, como la potencia que se obtiene en NavCad, 2007 kW solamente tiene aplicado el margen de mar, se dividirá esta potencia por el 15%:

$$HP = \frac{BP}{1,15} = \frac{1984,7}{1,15} \rightarrow HP = 1726 \text{ kW}$$

Por lo tanto:

$$DFG = \frac{HP + \text{Consumos eléctricos}}{3} = \frac{1726 + 5000}{3} \rightarrow DFG = 2.242 \text{ kW}$$

Esto es lo que debe tener cada generador principal, por lo que mediante catálogo se elegirán los generadores que mejor se adapten a las necesidades del buque proyecto. En este caso se elige como proveedor a Wärtsilä:

Wärtsilä 12V26		AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2	ME IMO Tier 2
Cylinder output	kW/cyl	325	340	325	340
Engine speed	rpm	900	1000	900	1000
Engine output	kW	3900	4080	3900	4080
Mean effective pressure	MPa	2.55	2.4	2.55	2.4

Se escoge el Wärtsilä 12V26, de 4080 kW, que es el valor más cercano por encima del que hemos obtenido. El peso de cada motor es:

Engine	H	I	K	M *	M	N *	N	O	Weight	
									dry sump	wet sump
W 12V26	235	1010	1530	1364	1238	1433	1698	1148	28.7	29.0
W 16V26	235	1010	1530	1248	1248	1363	1626	1160	36.1	37.9

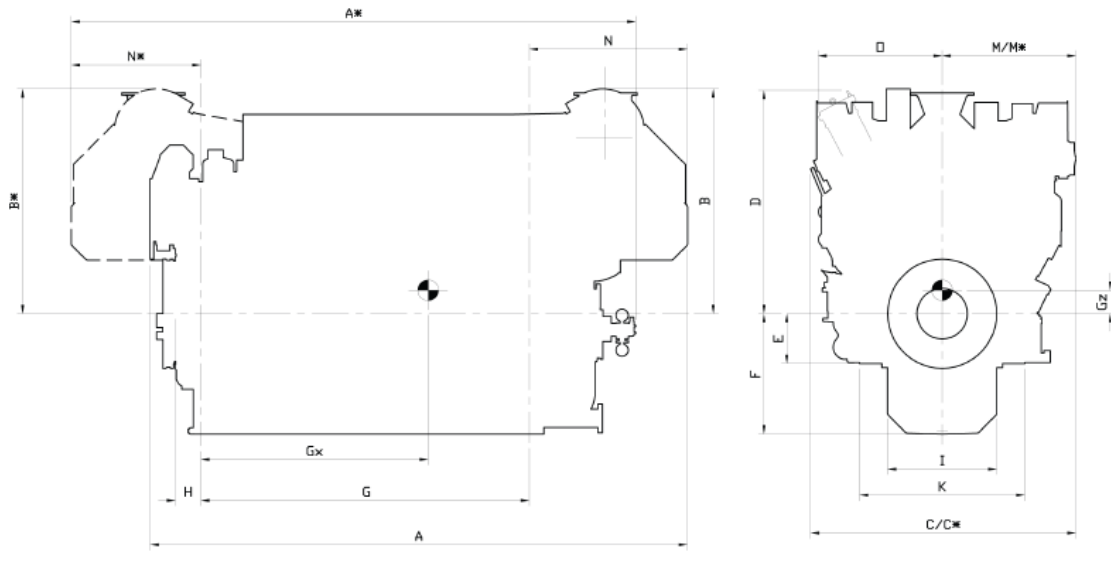


Fig 1-2 V-engines (DAAE034757b)

El peso total de los generadores principales es:

$$\text{Peso generadores} = 4 \cdot 29 \rightarrow \text{Peso generadores} = 116 \text{ t}$$

#### 4.2 CENTRO DE GRAVEDAD DEL GRUPO GENERADOR PRINCIPAL

El centro de gravedad se situará en el centro geométrico de la cámara de máquinas:

$$XG = 55,06 \text{ m}$$

$$KG = 2,75 \text{ m}$$

#### 4.3 PESO DEL GENERADOR DE PUERTO

Para generar la energía en el puerto se usa, como se indica en las RPA, gas natural licuado.

Se ha elegido el fabricante Mitsubishi y el motor auxiliar GS16R-MPTK con las siguientes características:



SANDRA ALLEGUE GARCÍA  
CUADERNO 2

		GS6R-MPTK	GS6R2-MPTK	GS12R-MPTK	GS16R-MPTK	GS16R2-MPTK
Type		4-cycle, intercooled, Natural Gas engine	4-cycle, intercooled, Natural Gas engine	4-cycle, intercooled, Natural Gas engine	4-cycle, intercooled, Natural Gas engine	4-cycle, intercooled, Natural Gas engine
Aspiration		Turbocharged	Turbocharged	Turbocharged	Turbocharged	Turbocharged
Number of cylinders		6	6	12	16	16
Bore x stroke mm		170x180	170x220	170x180	170x180	170x220
Displacement Ltr		24,51	29,96	49,03	65,37	79,9
Combustion system		Prechamber, Spark Ignited	Prechamber, Spark Ignited	Prechamber, Spark Ignited	Prechamber, Spark Ignited	Prechamber, Spark Ignited
Fuel		Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas
Dry weight (engine only) 50Hz / 60Hz kg		2400	2650	5375	6770	8105
Maximum output kWm	50Hz 1500rpm	368	On request	722	959	1563
	60Hz 1200rpm	315	394	632	845	1250
Emission compliance		—	—	—	—	—
Dimensions (engine only) mm L x H x W		1797 x 1638 x 1088	1864 x 1718 x 1063	2371 x 2137 x 1820	2841 x 2137 x 1820	3423 x 2122 x 2164

**Peso generadores = 54 t**

#### 4.4 CENTRO DE GRAVEDAD DEL GENERADOR DE PUERTO

El centro de gravedad se situará en el centro geométrico de la cámara de máquinas:

$$XG = 55,06 \text{ m}$$

$$KG = 2,75 \text{ m}$$

#### 4.5 PESO DEL REDUCTOR

El peso de reductor se calculará mediante:

$$Pred = \frac{MCR(HP)}{RPM} \cdot Fhi$$

Donde:

Fhi: 1,50 para Hielo 1AA

$$Pred = \frac{2880 \cdot 1,36}{720} \cdot 1,50 \rightarrow Pred = 8,16 \text{ t}$$

#### 4.6 CENTRO DE GRAVEDAD DEL REDUCTOR

Se situará en el centro de gravedad de la cámara de máquinas:

$$XG = 55,06 \text{ m}$$

$$KG = 2,75 \text{ m}$$

#### 4.7 PESO DEL EQUIPO PROPULSOR DE POPA

Para el equipo propulsor se elegirán Azipulls de Rolls Royce, teniendo en cuenta que el tamaño de la hélice es 2500 mm de diámetro, por lo que:

Thruster type	Power MCR (kW)	Input speed (rpm)	Dry wt (t)	Prop. Dia (mm)
AZP 085	900 - 1600	1200 - 2000	13	1900 - 2300
AZP 100	1400 - 2500	720 - 1800	31	2300 - 2800
AZP 120	1800 - 3500	720 - 1200	45	2800 - 3300
AZP 150	3000 - 5000	600 - 1000	85	3300 - 4200

Se opta por los Azipull AZP 100, de 1522 kW de potencia cada uno y con diámetro de hélice entre 2300 y 2800 mm. Con lo que, el peso del equipo propulsor es:

$$\text{Peso propulsores} = 2 \cdot 31 \rightarrow \text{Peso propulsores popa} = 62 \text{ t}$$

#### 4.8 CENTRO DE GRAVEDAD DEL EQUIPO PROPULSOR POPA

El centro de gravedad se situará tomando como referencia el buque base:

$$XG = 1 \text{ m}$$

$$KG = 1,50 \text{ m}$$

#### 4.9 PESO DEL EQUIPO PROPULSOR DE PROA

Los propulsores serán 2 Tunnel Thruster de Rolls Royce, en los que no conocemos restricción de potencia por lo que se usará de guía el buque base:

TT size	Tip speed m/s	Motor RPM	Propeller RPM	Power		Prime mover type
				AUX	DP	
1100 CP	26.8 - 32.0	1465 - 1755	465 - 556	330 - 390	300 - 350	El. motor
1100 CP				290 - 340	260 - 310	Diesel
1300 CP	26.5 - 31.8	1470 - 1760	390 - 467	495 - 595	445 - 535	El. motor
1300 CP				435 - 520	390 - 475	Diesel
1300 FP	26.5 - 31.8	1470 - 1760	390 - 467	390 - 500	350 - 450	El. motor
1650 CP	27.0 - 32.3	1180 - 1770	312 - 374	720 - 865	645 - 780	El. motor
1650 CP		1475 - 1770		630 - 760	570 - 685	Diesel
1650 FP	27.0 - 32.3	1180 - 1770	312 - 374	600 - 720	530 - 640	El. motor
1850 CP	24.2 - 32.7	1180 - 1770	250 - 337	880 - 1050	700 - 950	El. motor
1850 CP	27.2 - 32.7	1475 - 1770	281 - 337	780 - 930	700 - 840	Diesel
1850 FP	24.2 - 32.7	1180 - 1770	250 - 337	620 - 860	550 - 770	El. motor
2000 CP	25.6 - 32.8	980 - 1480	245 - 313	1030 - 1400	925 - 1200	El. motor
2000 CP	25.6 - 32.2	1180 - 1480	245 - 307	905 - 1040	815 - 1025	Diesel
2000 FP	25.6 - 32.8	980 - 1480	245 - 313	830 - 1150	730 - 1050	El. motor
2200 CP	26.2 - 31.8	880 - 1190	225 - 276	1150 - 1510	1050 - 1355	El. motor
2200 CP		980 - 1190	228 - 276	1020 - 1325	925 - 1190	Diesel
2200 FP	26.2 - 31.8	980 - 1190	228 - 276	750 - 1200	680 - 1070	El. motor
2400 CP	26.6 - 32.3	980 - 1190	211 - 257	1550 - 1910	1400 - 1720	El. motor
2400 CP				1320 - 1680	1180 - 1510	Diesel
2400 FP	26.6 - 32.3	980 - 1190	211 - 257	1100 - 1600	980 - 1500	El. motor
2650 CP	26.9 - 31.6	880 - 980	194 - 228	2050 - 2400	1850 - 2160	El. motor
2650 CP	28.3 - 31.6		204 - 228	1892 - 2110	1700 - 2000	Diesel
2650 FP	26.9 - 31.6	880 - 980	194 - 228	1260 - 1520	1120 - 1350	El. motor
2800 CP	29.2 - 32.5	880 - 980	199 - 222	2380 - 2650	2140 - 2385	El. motor
2800 CP				2090 - 2330	1880 - 2095	Diesel
2800 FP	29.2 - 32.5	880 - 980	199 - 222	1630 - 1800	1450 - 1600	El. motor
3000 CP	25.9 - 32.1	710 - 880	165 - 204	2450 - 3000	2200 - 2700	El. motor
3000 CP	26.8 - 32.1	735 - 880	171 - 204	2210 - 2640	1990 - 2370	Diesel
3000 FP	25.9 - 32.1	710 - 880	165 - 204	1750 - 2150	1520 - 1880	El. motor
3300 CP	25.7 - 31.9	710 - 880	149 - 185	2700 - 3700	2700 - 3330	El. motor
3300 CP	26.6 - 31.9	735 - 880	154 - 185	2730 - 3250	2450 - 2930	Diesel
3300 FP	25.7 - 31.9	710 - 880	149 - 185	2100 - 2850	1850 - 2500	El. motor

Los propulsores elegidos son los TT 2000 CP DPN (especiales para posicionamiento dinámico) con motor eléctrico, como no figura el peso de estos propulsores se utilizará el peso de los propulsores de popa, por lo que:

$$\text{Peso propulsores popa} = 62 t$$

#### 4.10 CENTRO DE GRAVEDAD DE LOS PROPULSORES DE PROA

Se obtendrá mediante el plano del buque base:

$$XG = 71,07 \text{ m}$$

$$KG = 2 \text{ m}$$

#### 4.11 PESO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El peso de la instalación eléctrica ( $P_{IE}$ ) se calcula mediante la fórmula para buques de mayor de 60 m de eslora:

$$P_{IE} = lc + \frac{Pm}{1000}$$

Donde:

lc: longitud de cables, en km

Pm: potencia de motores propulsores, en kW

Para la longitud de cable se elegirá la expresión para buques LPG, ya que es la expresión con la que se va a obtener un mayor resultado:

$$P_{IE} = 10,82 + 0,26 \cdot L + 0,00597 \cdot L^2 + \frac{Pm}{1000}$$

Siendo L la eslora entre perpendiculares:

$$P_{IE} = 10,82 + 0,26 \cdot 78,58 + 0,00597 \cdot 78,58^2 + \frac{2007}{1000} \rightarrow P_{IE} = 70,12 \text{ t}$$

#### 4.12 CENTRO DE GRAVEDAD DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El centro de gravedad se calculará de manera empírica:

$$XG = 4,7\% \text{ a proa del centro de gravedad de la habitación} \rightarrow XG = 68,50 \text{ m}$$

$$KG = 147\% \text{ del puntal} \rightarrow KG = 12,14 \text{ m}$$

#### 4.13 PESO DE TECLES EN LA CÁMARA DE MÁQUINAS

Se obtendrá mediante la expresión siguiente:

$$PTM = 0,047 \cdot lm \cdot B \cdot 0,60$$

Donde:

lm: eslora de la cámara de máquinas, en m

B: manga, en m

$$PTM = 0,047 \cdot 22,52 \cdot 19,13 \cdot 0,60 \rightarrow PTM = 12,15 \text{ t}$$

#### 4.14 CENTRO DE GRAVEDAD DE LOS TECLES DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS

Los centros de gravedad se supondrán en el centro de la cámara de máquinas:

$$XG = 55,06 \text{ m}$$

$$KG = 2,75 \text{ m}$$

#### 4.15 PESO DE LA INSTALACIÓN DE CONTRAINCENDIOS EN LA CÁMARA DE MÁQUINAS

Se obtendrá mediante la expresión:

$$PIM = 0,125 \cdot (0,0046 \cdot Pm + 0,0088 \cdot L \cdot B)$$

Donde:

Pm: potencia del motor

$$PIM = 0,125 \cdot (0,0046 \cdot 2880 + 0,0088 \cdot 78,58 \cdot 19,13) \rightarrow PIM = 3,31 t$$

#### 4.16 CENTRO DE GRAVEDAD DE LA INSTALACIÓN DE CONTRAINCENDIOS EN LA CÁMARA DE MÁQUINAS

El centro de gravedad se supondrá en el centro de la cámara de máquinas:

$$XG = 55,06 m$$

$$KG = 2,75 m$$

#### 4.17 TUBERÍAS Y BOMBAS EN CÁMARA DE MÁQUINAS

Se calculará mediante la expresión:

$$PTBM = 0,00981 \cdot Pm \text{ si } Pm > 736kW$$

$$PTBM = 0,00981 \cdot 2880 \rightarrow PTBM = 28,25 t$$

#### 4.18 CENTRO DE GRAVEDAD EN TUBERÍAS Y BOMBAS EN CÁMARA DE MÁQUINAS

El centro de gravedad se situará en el centro geométrico de la cámara de máquinas:

$$XG = 55,06 m$$

$$KG = 2,75 m$$

#### 4.19 TANQUE VARIOS (NO ESTRUCTURALES) EN CÁMARA DE MÁQUINAS

Se calculará mediante la expresión:

$$PTV = a + b \cdot MCR$$

Siendo, para MCR > 736 kW

a: 1,2

b: 0,0009

$$PTV = 1,2 + 0,0009 \cdot 2880 \rightarrow PTV = 3,79 t$$

#### 4.20 CENTRO DE GRAVEDAD DE TANQUES VARIOS (NO ESTRUCTURALES) EN CÁMARA DE MÁQUINAS

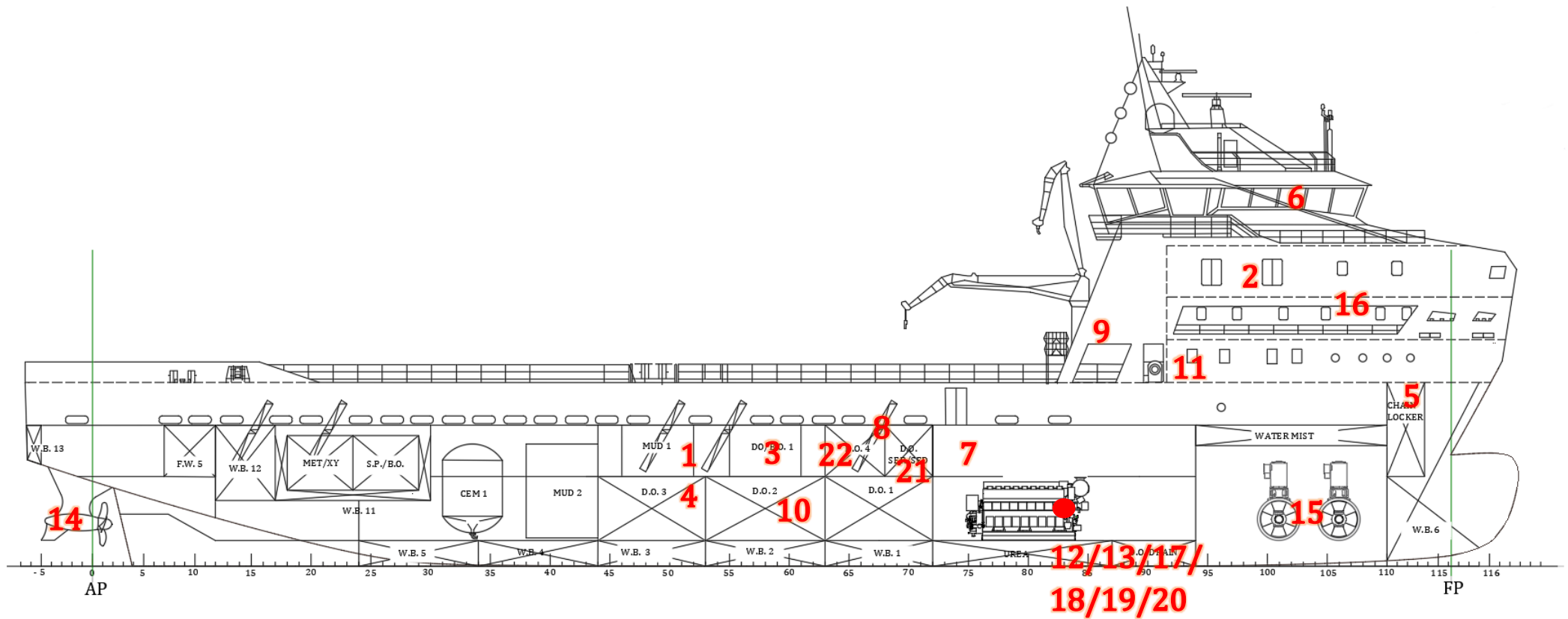
Se situará en el centro geométrico de la cámara de máquinas:

$$XG = 55,06 m$$

$$KG = 2,75 m$$

## 5 JUSTIFICACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD SOBRE EL PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL

A continuación, se identificará el centro de gravedad de cada partida con su número correspondiente:



## 6 PESO EN ROSCA. MÁRGENES Y COMPROBACIÓN PESO MUERTO

Se agruparán todas las partidas anteriores y así se calculará el peso en rosca. A continuación, se le añadirán los márgenes pertinentes en los resultados finales del peso, del centro de gravedad longitudinal y del centro de gravedad vertical.

	<b>Peso (t)</b>	<b>XG (m) desde Ppp</b>	<b>KG (m) sobre LB</b>	<b>Momento longitudinal (t.m)</b>	<b>Momento vertical (t.m)</b>
<b>1. TOTAL ACEROS</b>	<b>1803,45</b>	<b>39,29</b>	<b>5,52</b>	<b>70857,5505</b>	<b>9955,044</b>
2, <i>Habilitación</i>	85,39	65,43	15,12	5587,0677	1291,0968
3, <i>Tuberías y bombas</i>	14,32	42,35	6,53	606,452	93,5096
4, <i>Protección anticorrosiva</i>	15,18	39,29	4,13	596,4222	62,6934
5, <i>Fondeo y amarre</i>	47,00	76,58	8,26	3599,26	388,22
6, <i>Equipo de navegación</i>	2,00	67,82	20,02	135,64	40,04
7, <i>Equipo de salvamento</i>	9,50	56,06	6,01	532,57	57,095
8, <i>Equipo de contraincendios</i>	5,45	48,37	7,56	263,6165	41,202
9, <i>Equipo de carga y manipulación de la carga</i>	37,00	55,06	11,01	2037,22	407,37
10, <i>Bombas de carga y descarga</i>	18,80	42,54	1,50	799,752	28,2
<b>11. TOTAL EQUIPOS Y HABILITACIÓN</b>	<b>234,64</b>	<b>60,34</b>	<b>10,27</b>	<b>14158</b>	<b>2409</b>
12, <i>Generador principal</i>	116,00	55,06	2,75	6386,96	319
13, <i>Generador de puerto</i>	5,40	55,06	2,75	297,324	14,85
14, <i>Reductor</i>	8,16	55,06	2,75	449,2896	151,415
15, <i>Propulsor de popa</i>	62,00	1,00	1,50	62	93
16, <i>Propulsor de proa</i>	62,00	71,07	2,00	4406,34	124
17, <i>Instalación eléctrica</i>	70,12	68,50	12,14	4803,22	851,2568
18, <i>Tecles de la cámara de máquinas</i>	12,15	55,06	2,75	668,979	33,4125
19, <i>Contraincendios en la cámara de máquinas</i>	3,31	55,06	2,75	182,2243152	9,101287085
20, <i>Tuberías y bombas en cámara de máquinas</i>	28,25	55,06	2,75	1555,445	77,6875
21, <i>Tanques varios (no estructurales) c. m.</i>	3,79	55,06	2,75	208,6774	10,4225
<b>22. TOTAL MAQUINARIA</b>	<b>371,1796</b>	<b>51,24</b>	<b>4,54</b>	<b>19020,45932</b>	<b>1684,145587</b>
<b>ROSCA SIN MARGEN</b>	<b>2409</b>	<b>43,18</b>	<b>5,83</b>		
<b>MÁRGENES</b>	<b>5%</b>	<b>1</b>	<b>0,5</b>		
<b>23. ROSCA CON MARGEN</b>	<b>2529,733</b>	<b>44,18</b>	<b>6,33</b>		

Como se observa el peso en rosca no varía significativamente del peso estimado en el Cuaderno 1 (2.296 t), además de que calculando el desplazamiento:

$$\Delta = PM + PR = 5.000 + 2.530 = 7.530 t$$

Todavía hay 200 toneladas de margen en caso de necesitarlas.



# **ANEXO: CATÁLOGOS**

## 3.4 Wärtsilä 12V26

Wärtsilä 12V26		AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2	ME IMO Tier 2
<b>Cylinder output</b>	<b>kW/cyl</b>	<b>325</b>	<b>340</b>	<b>325</b>	<b>340</b>
<b>Engine speed</b>	<b>rpm</b>	<b>900</b>	<b>1000</b>	<b>900</b>	<b>1000</b>
Engine output	kW	3900	4080	3900	4080
Mean effective pressure	MPa	2.55	2.4	2.55	2.4
<b>Combustion air system (Note 1)</b>					
Flow of air at 100% load	kg/s	7.5	8.1	8.0	8.2
Temperature at turbocharger intake, max.	°C	45	45	45	45
Air temperature after air cooler, nom. (TE601)	°C	50	50	50	50
<b>Exhaust gas system (Note 2)</b>					
Flow at 100% load	kg/s	7.7	8.3	8.4	8.4
Flow at 85% load	kg/s	6.6	7.3	7.2	7.2
Flow 75% load	kg/s	6.0	6.7	6.0	6.0
Flow 50% load	kg/s	5.2	5.9	3.6	4.8
Temp. after turbo, 100% load (TE517)	°C	329	312	306	312
Temp. after turbo, 85% load (TE517)	°C	326	304	311	313
Temp. after turbo, 75% load (TE517)	°C	337	311	326	327
Temp. after turbo, 50% load (TE517)	°C	271	252	327	322
Backpressure, max.	kPa	3.0	3.0	3.0	3.0
Exhaust gas pipe diameter, min	mm	700	700	700	700
Calculated exhaust diameter for 35 m/s	mm	688	705	706	710
<b>Heat balance (Note 3)</b>					
Jacket water	kW	660	708	636	708
Lubricating oil	kW	564	600	552	600
Charge air	kW	408	432	456	480
Radiation	kW	180	192	180	192
<b>Fuel system (Note 4)</b>					
Pressure before injection pumps (PT101)	kPa	700±50	700±50	700±50	700±50
Engine driven pump capacity at 12 cSt (MDF only)	m³/h	4.6	5.2	4.6	5.2
Fuel flow to engine (without engine driven pump), approx.	m³/h	3.2	3.4	3.2	3.4
HFO viscosity before engine	cSt	16...24	16...24	16...24	16...24
HFO temperature before engine, max. (TE 101)	°C	140	140	140	140
MDF viscosity, min	cSt	2.0	2.0	2.0	2.0
MDF temperature before engine, max. (TE 101)	°C	45	45	45	45
Fuel consumption at 100% load	g/kWh	187.3	191.1	188.2	191.1
Fuel consumption at 85% load	g/kWh	185.9	189.7	185.9	188.7
Fuel consumption at 75% load	g/kWh	189.7	193.0	188.2	191.1
Fuel consumption at 50% load	g/kWh	196.1	200.9	189.5	194.2
Clean leak fuel quantity, MDF at 100% load	kg/h	15.4	16.4	15.5	16.4
Clean leak fuel quantity, HFO at 100% load	kg/h	3.1	3.3	3.1	3.3
<b>Lubricating oil system (Note 5)</b>					

Wärtsilä 12V26		AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2	ME IMO Tier 2
<b>Cylinder output</b>	kW/cyl	<b>325</b>	<b>340</b>	<b>325</b>	<b>340</b>
<b>Engine speed</b>	rpm	<b>900</b>	<b>1000</b>	<b>900</b>	<b>1000</b>
Pressure before bearings, nom. (PT201)	kPa	450	450	450	450
Pressure after pump, max.	kPa	800	800	800	800
Suction ability including pipe loss, max.	kPa	30	30	30	30
Priming pressure, nom. (PT201)	kPa	80	80	80	80
Temperature before bearings, nom. (TE201)	°C	63	63	63	63
Temperature after engine, approx.	°C	79	79	79	79
Pump capacity (main), engine driven	m³/h	99	110	99	110
Pump capacity (main), stand-by	m³/h	83	83	83	83
Priming pump capacity, 50Hz/60Hz	m³/h	20 / 25	20 / 25	20 / 25	20 / 25
Oil volume, wet sump, nom.	m³	2,4	2,4	2,4	2,4
Oil volume in separate system oil tank, nom.	m³	5,3	5,5	5,3	5,5
Oil consumption (100% load), approx.	g/kWh	0,5	0,5	0,5	0,5
Crankcase ventilation flow rate	l/min/cyl	150	150	150	150
Crankcase backpressure (max)	kPa	0,3	0,3	0,3	0,3
Oil volume in speed governor	l	1,4 / 2,0	1,4 / 2,0	1,4 / 2,0	1,4 / 2,0
<b>High temperature cooling water system</b>					
Pressure at engine, after pump, nom. (PT401)	kPa	280 + static	350 + static	280 + static	350 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT401)	kPa	500	500	500	500
Temperature before cylinders, approx. (TE401)	°C	73	73	73	73
HT-water out from the engine, nom (TE402)	°C	93	93	93	93
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	60	67	60	67
Pressure drop over engine	kPa	160	160	160	160
Pressure drop in external system, max	kPa	60	60	60	60
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150	70...150
Water volume in engine	m³	0,55	0,55	0,55	0,55
<b>Low temperature cooling water system</b>					
Pressure at engine, after pump, nom. (PT471)	kPa	280 + static	350 + static	280 + static	350 + static
Pressure at engine, after pump, max. (PT471)	kPa	500	500	500	500
Temperature before engine (TE471)	°C	25...38	25...38	25...38	25...38
Capacity of engine driven pump, nom.	m³/h	60	67	60	67
Pressure drop in external system, max.	kPa	60	60	60	60
Pressure drop over charge air cooler	kPa	50	50	50	50
Pressure drop over oil cooler	kPa	71	71	71	71
Pressure from expansion tank	kPa	70...150	70...150	70...150	70...150
<b>Starting air system (Note 6)</b>					
Pressure, nom.	kPa	3000	3000	3000	3000
Pressure, max.	kPa	3300	3300	3300	3300
Low pressure limit in air vessels	kPa	1800	1800	1800	1800

Wärtsilä 12V26		AE/DE IMO Tier 2	AE/DE IMO Tier 2	ME IMO Tier 2	ME IMO Tier 2
Cylinder output	kW/cyl	325	340	325	340
Engine speed	rpm	900	1000	900	1000
Starting air consumption, start (successful)	Nm <sup>3</sup>	3.0	3.0	3.0	3.0

**Notes:**

- Note 1 At ISO 15550 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C) and 100% load. Flow tolerance 5%.
- Note 2 At ISO 15550 conditions (ambient air temperature 25°C, LT-water 25°C). Flow tolerance 5% and temperature tolerance 20°C.
- Note 3 The heat balances are made for ISO 15550 standard reference conditions. The heat balances include engine driven pumps (two water pumps and one lube oil pump).
- Note 4 According to ISO 15550, lower calorific value 42700 kJ/kg at constant engine speed, with engine driven pumps (two cooling water + one lubricating oil pumps). Tolerance 5%. The fuel consumption at 85 % load is guaranteed and the values at other loads are given for indication only.
- Note 5 Speed governor oil volume depends on the speed governor type.
- Note 6 At manual starting the consumption may be 2...3 times lower.

ME = Engine driving propeller, variable speed

AE = Auxiliary engine driving generator

DE = Diesel-Electric engine driving generator

Subject to revision without notice.

NEW



## Marine Gas Solutions from 300 kW to 1500 kW



*Turbocharger*



*Cylinder heads*

### Applications

- Tug
- Ferry
- Coasters
- Inland Cargo Vessels
- Offshore Supply Vessels
- LNG carriers and many more

### Features

- Higher thermal efficiency
- Highly efficient turbocharger
- Lower exhaust gas emissions
- Ultra lean burn gas - to - air ratio

### Specifications

- Gas electric propulsion / auxiliary use
- Equipped with high-performance proprietary turbochargers

		GS6R-MPTK	GS6R2-MPTK	GS12R-MPTK	GS16R-MPTK	GS16R2-MPTK
<b>Type</b>		4-cycle, intercooled, Natural Gas engine	4-cycle, intercooled, Natural Gas engine	4-cycle, intercooled, Natural Gas engine	4-cycle, intercooled, Natural Gas engine	4-cycle, intercooled, Natural Gas engine
<b>Aspiration</b>		Turbocharged	Turbocharged	Turbocharged	Turbocharged	Turbocharged
<b>Number of cylinders</b>		6	6	12	16	16
<b>Bore x stroke</b> mm		170x180	170x220	170x180	170x180	170x220
<b>Displacement</b> Ltr		24,51	29,96	49,03	65,37	79,9
<b>Combustion system</b>		Prechamber, Spark Ignited	Prechamber, Spark Ignited	Prechamber, Spark Ignited	Prechamber, Spark Ignited	Prechamber, Spark Ignited
<b>Fuel</b>		Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas	Natural Gas
<b>Dry weight</b> (engine only) <b>50Hz / 60Hz</b> kg		2400	2650	5375	6770	8105
<b>Maximum output kWm</b>	50Hz 1500rpm	368	On request	722	959	1563
	60Hz 1200rpm	315	394	632	845	1250
<b>Emission compliance</b>		—	—	—	—	—
<b>Dimensions</b> (engine only) mm	L x H x W	1797 x 1638 x 1088	1864 x 1718 x 1063	2371 x 2137 x 1820	2841 x 2137 x 1820	3423 x 2122 x 2164

## Introducing new built-to-last, dependable Marine Gas Engine Solutions

We offer high performance Natural Gas marine engines which are available in 6, 12 and 16 cylinders and an output range from 300 kW to 1500 kW. We have been able to accomplish this by applying the Miller Cycle to the engine coupled with high efficiency turbochargers and efficient marine gas engine control technology.

### Complete Solutions

We offer complete marine gas sets by Mitsubishi. Our engines can be delivered with various classifications e.g. Bureau Veritas, DNV-GL and Lloyd's Register. Our solutions are proven, evidenced by our references.

### Proximity and Ease

All new engine models are equipped with high performance turbochargers. Our turbochargers

are manufactured at the same plant in which the engines are produced. This close proximity of design and production results in the ideal turbocharger match for each engine, maximizing overall performance.

### References

Mitsubishi marine gas engines power the world's first LNG-fuelled RoRo passenger ferry, Norway's 94m Glutra, operating in Møre and Romsdal since 2000. Built at the former Langstein Aker Yards, the ferry features four Mitsubishi lean burn LNG marine engines, each generating 675 kW.

Other deliveries include the Moldefjord (built by Poland's Remontowa) and the Tidekongen (built by STX France Lorient). We offer marine gas engine solutions from 300 kW to 1500 kW.



Mitsubishi Marine Gas Set



### Mitsubishi Turbocharger and Engine Europe B.V. Headquarters Engine, Genset & Powerplant Division Europe, Middle East and Africa

Damsluisweg 2  
1332 EC Almere  
P.O. Box 30101  
1303 AC Almere  
The Netherlands

Phone: +31 (0)36 5388311  
Fax: +31 (0)36 5388342

[www.mtee.eu](http://www.mtee.eu)



# Azipull thrusters

The Rolls-Royce Azipull is a low drag, high efficiency pulling thruster that provides both steering and propulsion. It combines the advantage of the pulling propeller with the flexibility of using almost any type of drive to suit specific vessel requirements. Azipull thrusters are designed for continuous service speeds up to 24 knots, while maintaining excellent manoeuvrability. They offer high hydrodynamic and fuel efficiency with low noise and vibration levels. A substantial rudder area delivers excellent course stability. Azipull units also allow the aft end of the hull to be optimised for minimum resistance and simplified construction.

## Model variations

- All Azipull units are available with CP or FP propellers and can be delivered with remote control systems.
- The AZP 085 and 100 can also be available with FF propeller



## Technical data

Thruster type	Power MCR (kW)	Input speed (rpm)	Dry wt (t)	Prop. Dia (mm)
<b>AZP 085</b>	900 - 1600	1200 - 2000	13	1900 - 2300
<b>AZP 100</b>	1400 - 2500	720 - 1800	31	2300 - 2800
<b>AZP 120</b>	1800 - 3500	720 - 1200	45	2800 - 3300
<b>AZP 150</b>	3000 - 5000	600 - 1000	85	3300 - 4200

All data subject to change without prior notice